

DEVICE AND METHOD FOR RECOGNIZING TRAFFIC SIGNS**Publication number:** EP1131803 (A1)**Publication date:** 2001-09-12**Inventor(s):** JANSSEN REINHARD [DE]; LINDNER FRANK [DE]; ULMER BERTHOLD [DE]**Applicant(s):** DAIMLER CHRYSLER AG [DE]**Classification:**

- international: G01C21/00; B60K35/00; G06K9/00; G06K9/68; G06T1/00; G06T3/00; G06T7/00; G08G1/09; G08G1/0962; H04N7/18; G01C21/00; B60K35/00; G06K9/00; G06K9/68; G06T1/00; G06T3/00; G06T7/00; G08G1/09; G08G1/0962; H04N7/18; (IPC1-7): G08G1/0968; G06K9/68

- European: G06K9/00V6; B60K35/00; G06K9/68B

Application number: EP19990963239 19991113**Priority number(s):** WO1999DE03628 19991113; DE19981052631 19981114**Also published as:**

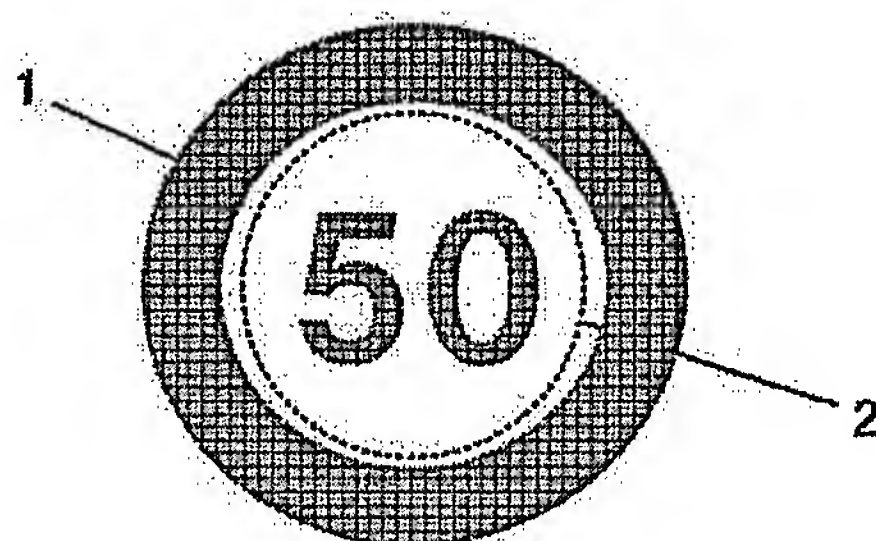
EP1131803 (B1)
DE19852631 (A1)
DE19852631 (C2)
US6801638 (B1)
US7058206 (B1)

more >>

Abstract not available for EP 1131803 (A1)

Abstract of corresponding document: DE 19852631 (A1)

The invention relates to a method and a device enabling traffic signs to be recognized in a reliable, cost-effective manner requiring as little computing power as possible and allowing them to be displayed to an observer in the form of a memory aid. The reject rate with respect to the recognition of objects that are recognized as traffic signs remains low. According to the invention, image data from an image sensor is analyzed and classified in an information processing unit. Image sections and/or image data corresponding to a symbolic representation stored in a memory unit is/are archived in a memory unit and represented by means of a display unit on the basis of classification results. When the image data is further processed, the extracted objects are separated into specific classes and sub-classes of traffic-signs and classified.; A synthetic image of a traffic sign is generated, stored in a memory unit and displayed by means of a display unit.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 52 631 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 06 K 9/62
B 60 K 35/00

⑳ Aktenzeichen: 198 52 631.8
㉔ Anmeldetag: 14. 11. 1998
㉚ Offenlegungstag: 25. 5. 2000

DE 198 52 631 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Janssen, Reinhard, 89075 Ulm, DE; Lindner, Frank,
89075 Ulm, DE; Ulmer, Berthold, 73728 Esslingen,
DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 36 19 824 C2
G. Piccioli et al.: "Robust method for road sign
detection and reconition", Image and Vision
Computing, Nr.14, S. 209-223, 1996;
"Das Computer-Auge" Münchner Merkur, Nr. 254,
04.11.1998, S. A1;
"Computer erkennt Verkehrszeichen", DE-Z.: radio
fernsehen elektronik, 2/97, S. 7;
JANSSEN et al.: "Hybrid Approach for Traffic Sign
Recognition", Proc. Intelligent Vehicle Symposium,
Tokio, S. 390-395, 1993;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung und Verfahren zur Verkehrszeichenerkennung

⑤⑦ Der Verkehr auf Straßen, Schienenwegen, Wasserstraßen und Rollfeldern wird durch Verkehrszeichen geregelt. Die durch ein Verkehrszeichen referenzierte Verkehrsregel hat häufig einen räumlichen Gültigkeitsbereich, der sich über Abschnitte des Fahrweges erstreckt, von denen aus der Fahrzeugführer das Verkehrszeichen nicht einsehen kann. Für den Fahrzeugführer ist demnach eine Erinnerungshilfe sehr vorteilhaft, die ihm auch Informationen über den Aussagegehalt von Verkehrszeichen liefert (zu welcher Regelbefolgung wird aufgefordert), an denen er bereits vor längerer Zeit vorbeigefahren ist. Herkömmliche Vorrichtungen und Verfahren zur Verkehrszeichenerkennung versuchen, den Aussagegehalt eines Verkehrszeichens vollständig zu extrahieren. Der Nachteil einer solchen Zielsetzung besteht in der hohen Rückweisungsquote nicht erkannter Verkehrszeichen und in ihren hohen Kosten. Die tatsächliche Erkennung eines bestimmten Verkehrszeichens, d.h. die Extraktion seines vollständigen Aussagegehaltes, mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit erfordert Bilder mit einer möglichst hohen Auflösung. Die Auswertung solcher Bilder in Echtzeit erfordert eine sehr hohe Rechenleistung. Derart leistungsstarke Bildsensoren und Informationsverarbeitungseinheiten sind teuer. Und selbst mit ihnen liegt die Rückweisungsquote gängiger Verkehrszeichenerkennungssysteme in der Größenordnung von einigen Prozenten. Diese Nachteile sollen minimiert werden. Die Aufgabe wird gelöst, indem nur noch der ...

DE 198 52 631 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verkehrszeichenerkennung gemäß der Oberbegriffe der Patentansprüche 1 und 10. Eine solche Vorrichtung und ein solches Verfahren sind bereits aus [1] bekannt.

Der Verkehr auf Straßen, Schienenwegen, Wasserstraßen und Rollfeldern wird durch Verkehrszeichen geregelt. Die durch ein Verkehrszeichen referenzierte Verkehrsregel hat häufig einen räumlichen Gültigkeitsbereich, der sich über Abschnitte des Fahrweges erstreckt, von denen aus der Fahrzeugführer das Verkehrszeichen nicht einsehen kann. Solche Abschnitte werden zum Beispiel durch ein Verkehrszeichen, das den Beginn der Regelanwendung kennzeichnet, und durch ein weiteres Verkehrszeichen, das die Aufhebung der Regelanwendung kennzeichnet, markiert. Für den Fahrzeugführer ist demnach eine Erinnerungshilfe sehr vorteilhaft, die ihm auch Informationen über den Aussagegehalt von Verkehrszeichen liefert (zu welcher Regelbefolgung wird aufgefordert), an denen er bereits vor längerer Zeit vorbeigefahren ist.

Im bisherigem Stand der Technik werden Vorrichtungen und Verfahren vorgeschlagen, die das Ziel verfolgen, den Aussagegehalt eines Verkehrszeichens vollständig zu extrahieren. Beispielsweise wurde eine Vorrichtung als Erinnerungshilfe für den Fahrzeugführer vorgeschlagen [1], die Geschwindigkeitsbeschränkungen durch Verkehrszeichen erfaßt und für die Dauer ihrer Gültigkeit im Fahrzeuginnenraum anzeigt. Diese Vorrichtung beinhaltet einen Bildsensor, eine Informationsverarbeitungseinheit, eine Speichereinheit und eine Anzeigeeinheit. Mittels des Bildsensors werden Bilder von der dem Fahrzeug vorausliegenden Fahrbahn aufgenommen. Mittels der Informationsverarbeitungseinheit werden in diesen Bildern in Echtzeit Verkehrszeichen gesucht und bei Erkennung eines Verkehrszeichens wird dessen Aussagegehalt, hier die Geschwindigkeitsbeschränkung, extrahiert. Der extrahierte Wert der zulässigen Höchstgeschwindigkeit wird in der Speichereinheit gespeichert und für die Dauer der Gültigkeit, d. h. bis zur Erkennung eines aufhebenden Verkehrszeichens, mittels der Anzeigeeinheit angezeigt.

Der Nachteil dieser Vorrichtung besteht in der hohen Rückweisungsquote nicht erkannter Verkehrszeichen und in ihren hohen Kosten. Die tatsächliche Erkennung eines bestimmten Verkehrszeichens, d. h. die Extraktion seines vollständigen Aussagegehaltes, mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit erfordert (möglichst farbige [2]) Bilder mit einer möglichst hohen Auflösung. Die Auswertung solcher Bilder in Echtzeit erfordert eine sehr hohe Rechenleistung. Derart leistungsstarke Bildsensoren und Informationsverarbeitungseinheiten sind teuer. Und selbst mit ihnen liegt die Rückweisungsquote gängiger Verkehrszeichenerkennungssysteme in der Größenordnung von einigen Prozenten. Solche Rückweisungsquoten können aus Gewährleistungsgründen nicht toleriert werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher einerseits darin, eine einfachere und damit kostengünstigere Vorrichtung zur Verkehrszeichenerkennung als Erinnerungshilfe für den Fahrzeugführer anzugeben, die eine deutlich geringere Rückweisungsquote aufweist, sowie andererseits darin, ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung, anzugeben.

Die Erfindung ist in Bezug auf die zu schaffende Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 wiedergegeben. In weiteren Ansprüchen (Patentansprüche 2 bis 9) sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung enthalten.

Die Erfindung ist in Bezug auf das zu schaffende Verfah-

ren durch die Merkmale des Patentanspruchs 10 wiedergegeben. In weiteren Ansprüchen (Patentansprüche 10 bis 16) sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens enthalten.

In weiteren Ansprüchen sind vorteilhafte Verwendungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung (Patentansprüche 17 und 19) und des erfindungsgemäßen Verfahrens (Patentansprüche 18 und 20) angegeben.

Die Aufgabe wird bezüglich der zu schaffenden Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Vorrichtung zur Verkehrszeichenerkennung enthält,

- a) einen digitalen Bildsensor zur Aufnahme von Bildern, die potentiell Verkehrszeichen enthalten,
- b) eine Informationsverarbeitungseinheit zur Analyse der von dem Bildsensor gelieferten Bilder in Echtzeit,
- c) eine Speichereinheit,

bei der

- d) eine Anzeigeeinheit,
- e) die Informationsverarbeitungseinheit ermittelt, ob ein Bild ein oder mehrere Objekte enthält, welche mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind,

wobei

- f) die Speichereinheit einen vorgegebenen Klassifikator enthält,
 - der schwankungstolerant generiert wird
 - aus einer repräsentativen Stichprobe von klassenspezifischen Merkmalsdaten,
 - die jeweils allen Elementen einer bestimmten Klasse von Verkehrszeichen gemeinsam sind,
 - die zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse ausreichen,
- g) die Speichereinheit vereinfachte Repräsentationen dieser klassenspezifischen Merkmalsdaten enthält,
- h) die Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert,
- i) die Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten mittels des Klassifikators klassifiziert,
- j) die Informationsverarbeitungseinheit anhand dieser Klassifikation eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse von Verkehrszeichen durchführt,
- k) die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- l) die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung reduziert, indem sie
 - die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
 - und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch die vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,
- m) die Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes speichert,

n) die Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes anzeigt.

Ein wesentlicher Vorteil einer solchen Vorrichtung zur Verkehrszeichenerkennung besteht darin, daß mit ihr nicht mehr das komplizierte Problem der Erkennung eines speziellen Verkehrszeichens rechenleistungsintensiv gelöst werden muß, sondern nur noch das einfachere Problem der Erkennung einer von wenigen Klassen von Verkehrszeichen. Dies zu lösen ist wesentlich kostengünstiger möglich, da geringere Anforderungen an die Bildqualität und an die Rechenkapazität gestellt werden müssen.

Hervorzuheben ist auch, daß die Speichereinheit vorgegebene, klassenspezifische Merkmalsdaten enthält, die schwankungstolerant sind, da die Qualität der von dem Bildsensor gelieferten Bilder stark von Umweltfaktoren wie Wetter und Lichtverhältnissen abhängig ist. Geeignete Schwankungstoleranzen sind für die Erkennung einer Klasse von Verkehrszeichen aber wesentlich sicherer und besser zu definieren als für die Erkennung eines einzelnen speziellen Verkehrszeichens.

Beispiele für derartige Klassen von Verkehrszeichen sind beispielsweise im Straßenverkehr die Verbotsschilder oder spezieller die Geschwindigkeitsbegrenzungsschilder. Die klassenspezifischen Merkmalsdaten der Klasse der Verbotsschilder sind die runde Form des Verkehrszeichens und ein innenliegendes Symbol bzw. bei einem Geschwindigkeitsbegrenzungsschilder eine innenliegende Zahl, welche von einem breiten (roten) Kreis umschlossen ist. Eine andere wichtige Klasse bilden beispielsweise die Warnschilder. Die klassenspezifischen Merkmalsdaten der Klasse der Warnschilder sind die dreieckige Form des Verkehrszeichens und ein innenliegendes Gefahrensymbol, welches von einem breiten (roten) Dreieck umschlossen ist.

Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird nun mit vergleichsweise geringer Rechenleistung und geringem apparativen Aufwand (beispielsweise einer Monochromkamera anstatt einer hochauflösenden Farbkamera) in Echtzeit erkannt, ob es sich bei einem Objekt bestimmter Form innerhalb des aufgenommenen Bildes um ein Verkehrszeichen einer bestimmten Klasse handelt oder nicht. Wurde eine Klasse erkannt, so reduziert die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung, indem sie die Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, löscht und mit der vereinfachten Repräsentation der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse ersetzt. Die zeichenspezifischen Merkmalsdaten, beispielsweise das digitalisierte Abbild des Zahlenwertes einer angegebenen Höchstgeschwindigkeit, wird beibehalten. Mittels der Anzeigeeinheit wird dem Fahrzeugführer die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen, hier Verbotsschilder, erkannten Objektes angezeigt. Die zeichenspezifische Identifizierung des Verbotsschilders bleibt dann dem Fahrzeugführer überlassen, der den tatsächlichen Aussagegehalt des Verbotsschilders meist wesentlich schneller und sicherer extrahieren kann als jede Vorrichtung.

Damit steht eine einfache und kostengünstige Vorrichtung zur Verkehrszeichenerkennung mit geringer Rückweisungsquote als Erinnerungshilfe für den Fahrzeugführer zur Verfügung.

In einer vorteilhaften Ausführungsform enthält die Vorrichtung zur Verkehrszeichenerkennung,

- a) einen digitalen Bildsensor zur Aufnahme von Bildern, die potentiell Verkehrszeichen enthalten,
- b) eine Informationsverarbeitungseinheit zur Analyse der von dem Bildsensor gelieferten Bilder in Echtzeit,

- c) eine Speichereinheit,
- d) eine Anzeigeeinheit,

bei der

- e) die Informationsverarbeitungseinheit ermittelt, ob ein Bild ein oder mehrere Objekte enthält, welche mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind,

wobei

- f) die Speichereinheit einen Klassifikator enthält, der vorgegebene, klassenspezifische Merkmalsdaten mit zu extrahierenden realen Merkmalsdaten vergleicht, unter Berücksichtigung eines oder mehrerer Toleranzwerte,
- g) die Speichereinheit vereinfachte Repräsentationen dieser klassenspezifischen Merkmalsdaten enthält,
- h) die Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert,
- i) die Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten mit den in der Speichereinheit vorgegebenen, klassenspezifischen Merkmalsdaten vergleicht,
- j) die Informationsverarbeitungseinheit anhand dieses Vergleichs eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse von Verkehrszeichen durchführt,
- k) die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- l) die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung reduziert, indem sie
 - die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
 - und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch die vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,
- m) die Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes speichert,
- n) die Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes anzeigt.

Ein derartiger vergleichender Klassifikator stellt die einfachste Ausführungsform eines geeigneten Klassifikators dar.

In einer vorteilhaften Ausführungsform dieser Vorrichtung ist in der Speichereinheit ein Programm gespeichert zur Anwendung einer Entscheidungslogik mittels derer die Informationsverarbeitungseinheit die Anzeigeeinheit derart steuert, daß sie die vereinfachte Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes solange anzeigt, bis ein neues Objekt als Verkehrszeichen erkannt wird, vorzugsweise als Verkehrszeichen der gleichen oder einer korrespondierenden Klasse erkannt wird, und dessen vereinfachte Darstellung die vorherige ersetzt.

Der Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, daß die Bildfläche der Anzeigeeinheit dadurch sehr klein gestaltet werden kann, nämlich der Fläche der Darstellung eines einzel-

nen Verkehrszeichen entsprechend. Dies ist aus Gründen der Übersichtlichkeit und der generellen Begrenzung des in einem Fahrzeug-Cockpit zur Verfügung stehenden Raums vorteilhaft.

Besonders vorteilhaft ist die vorzugsweise Ausgestaltung der Entscheidungslogik hinsichtlich eines Verkehrszeichens der gleichen oder einer korrespondierenden Klasse (Beispiel: die mit der Klasse der Geschwindigkeitsbeschränkungen korrespondierende Klasse ist die Klasse der Aufhebungen der Geschwindigkeitsbeschränkungen). Hierdurch wird zwar mehr Platz auf der Anzeigeeinheit benötigt, aber dem Fahrer können so auch mehrere gleichzeitig gültige Verkehrszeichen angezeigt werden. Dabei wird jedoch ausgeschlossen, daß sich die Verkehrszeichen gegenseitig aufheben und so unnötig Platz auf der Anzeigeeinheit beanspruchen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung dieser Vorrichtung besitzt die Anzeigeeinheit zusätzlich eine Einstellereinheit, mittels welcher die maximale Anzeigedauer der vereinfachten Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes eingestellt wird. Dadurch kann der Fahrzeugführer die Anzeigedauer seinen persönlichen Bedürfnissen und Vorlieben gemäß anpassen. Außerdem wird die Teilung seiner Aufmerksamkeit zwischen dieser Anzeigeeinheit und anderen wichtigen Anzeigen im Fahrzeug-Cockpit sowie dem äußeren Verkehrsgeschehen auf die Anzeigedauer begrenzt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung dieser Vorrichtung ist in der Speichereinheit ein Programm gespeichert, zur Ermittlung der zurückgelegten Wegstrecke zwischen der aktuellen Fahrzeugposition und der Position des zuletzt erkannten Verkehrszeichens einer bestimmten Verkehrszeichenklasse, mittels dem die Informationsverarbeitungseinheit die zurückgelegten Wegstrecke ermittelt,

- aus den Daten des Tachometers des Fahrzeuges, welche vorzugsweise über einen Fahrzeugdatenbus von dem Tachometer zu der Informationsverarbeitungseinheit übermittelt werden,
- und den Daten eines Zeitgebers, vorzugsweise eines internen Zeitgebers der Informationsverarbeitungseinheit,

sowie in der Speichereinheit ein Programm gespeichert ist zur Anwendung einer Entscheidungslogik, mittels derer die Informationsverarbeitungseinheit die Anzeigeeinheit derart steuert, daß sie

- die vereinfachte Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes solange anzeigt, bis eine in der Speichereinheit vorgegebene Wegstrecke zurückgelegt ist, welche vorzugsweise klassenspezifisch ist, oder bis ein neues Objekt als Verkehrszeichen erkannt wird, vorzugsweise als Verkehrszeichen der gleichen oder einer korrespondierenden Klasse erkannt wird, und dessen vereinfachte Darstellung die vorherige ersetzt.

In der Bundesrepublik Deutschland muß beispielsweise ein Geschwindigkeitsbegrenzungszeichen nach spätestens 3 km zurückgelegter Wegstrecke erneuert werden [3], ansonsten gilt die angezeigte Geschwindigkeitsbegrenzung als aufgehoben. Der Vorteil dieser Ausgestaltung besteht demnach darin, daß ein Verkehrszeichen nur noch so lange angezeigt wird wie notwendig, eben bis es aufgrund der zurück-

gelegten Wegstrecke oder durch ein anderes Verkehrszeichen aufgehoben wird.

Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal der genannten Vorrichtung besteht darin, daß die Anzeigeeinheit zusätzlich einen akustischen Signalgeber enthält, welcher, sobald ein Objekt als Verkehrszeichen erkannt wurde, ein vorzugsweise klassenspezifisches, akustisches Signal ausgibt. Der Vorteil dieser Ausgestaltung besteht in der erhöhten Wahrnehmungssicherheit des Verkehrszeichens durch den Fahrzeugführer.

Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal der genannten Vorrichtung besteht darin, daß der digitale Bildsensor eine oder mehrere, vorzugsweise monochrome, Digitalkameras enthält, die derart angeordnet sind, daß ihr gemeinsames Blickfeld ausreicht, um alle für den Fahrweg eines Fahrzeuges relevanten Verkehrszeichen unabhängig von der horizontalen und/oder vertikalen Krümmung des Fahrweges zu erfassen. Eine derartige Anordnung der Kameras gewährleistet die sichere Aufnahme aller Verkehrszeichen entlang der Fahrtstrecke. Monochrome Kameras sind für die Funktionstüchtigkeit der Vorrichtung ausreichend, bei gleicher Auflösung aber deutlich kostengünstiger als eine Farbkamera oder besitzen bei gleichem Preis eine deutlich höhere Auflösung.

Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal der genannten Vorrichtung besteht darin, daß sie zusätzlich eine Positionsbestimmungseinheit enthält, und die Speichereinheit zusätzlich zu der vereinfachten Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes jeweils auch dessen Position speichert. Eine geeignete Einheit zur Positionsbestimmung ist beispielsweise das sogenannte Global Positioning System GPS oder auch ein System, daß seine Position innerhalb einer digitalen Straßenkarte anhand der Bewegung des Fahrzeugs bestimmt. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von Transpondern, die an den Verkehrszeichen angebracht werden und deren Position an die erfindungsgemäße Vorrichtung übermitteln. Mit einem derartigen Ausgestaltungsmerkmal eignet sich die Vorrichtung besonders als System zur Inspektion von Verkehrswegenetzen. Ermittelt und überprüft werden können beispielsweise das Vorhandensein, die Größe, der Zustand, die Sichtbarkeit vom Fahrweg, die Reflexionseigenschaften, die Verschmutzung und andere für die Signalwirkung des Verkehrszeichens wichtigen Eigenschaften.

Die Aufgabe wird bezüglich des zu schaffenden Verfahrens zur Verkehrszeichenerkennung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

- a) mittels eines digitalen Bildsensors Bilder aufgenommen werden, die potentiell Verkehrszeichen enthalten,
- b) mittels einer Informationsverarbeitungseinheit die von dem Bildsensor gelieferten Bilder in Echtzeit derart analysiert werden, daß
- c) die Informationsverarbeitungseinheit ermittelt, ob ein Bild ein oder mehrere Objekte enthält, welche mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind,

60 wobei

- d) mittels der Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert werden,
- e) mittels der Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten klassifiziert werden durch einen in einer Speichereinheit vorgegebenen Klassifikator

- der schwankungstolerant generiert wird
- aus einer repräsentativen Stichprobe von klassenspezifischen Merkmalsdaten,
- die jeweils allen Elementen einer bestimmten Klasse von Verkehrszeichen gemeinsam sind, 5
- die zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse ausreichen,
- f) mittels der Informationsverarbeitungseinheit anhand dieser Klassifikation eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse von Verkehrszeichen durchgeführt wird, 10
- g) mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert werden 15
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- h) mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung reduziert werden, indem sie 20
 - die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, 25
 - und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch eine vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,
 - wobei die vereinfachten Repräsentationen der verschiedenen möglichen Klassen in der Speichereinheit vorgegeben sind, 30
- i) in der Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes gespeichert wird, 35
- j) auf einer Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes angezeigt wird.

Ein wesentlicher Vorteil eines solchen Verfahrens zur Verkehrszeichenerkennung besteht, genau wie bei der bereits weiter vorne beschriebenen Vorrichtung, darin, daß nicht mehr das komplizierte Problem der Erkennung eines speziellen Verkehrszeichens rechenleistungsintensiv gelöst werden muß, sondern nur noch das einfachere Problem der Erkennung einer von wenigen Klassen von Verkehrszeichen. Dies zu lösen ist wesentlich kostengünstiger möglich, da geringere Anforderungen an die Bildqualität und an die Rechenkapazität gestellt werden müssen. Außerdem existieren mehrere geeignete Verfahren, die mit hinreichender Sicherheit und Schnelligkeit eine solche Klassenerkennung durchführen können, beispielsweise mittels der weit verbreiteten Korrelationsverfahren. 45

Die vereinfachte Darstellung des Verkehrszeichens, bestehend aus der Kombination einer vereinfachten Repräsentation der Merkmalsdaten der erkannten Verkehrszeichenklasse und den Bildbereichen des realen digitalen Bildes, welche die zeichenspezifischen Merkmalsdaten des einzelnen Verkehrszeichens enthalten, kann in den meisten Fällen sehr leicht von dem Fahrzeugführer als ein spezielles Verkehrszeichen erkannt werden. In den wenigen Fällen, in denen ihm dies nicht gelingt, erhält er zumindest den Hinweis, daß ein Verbot besteht oder eine Warnung angezeigt wurde und auch dadurch wird seine Aufmerksamkeit und damit die Verkehrssicherheit erhöht. 65

Eine vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens zur Verkehrszeichenerkennung ist dadurch gekennzeichnet, daß

- d') mittels der Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert werden,
- e') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten klassifiziert werden, indem sie die extrahierten realen Merkmalsdaten vergleicht mit in einer Speichereinheit vorgegebenen, klassenspezifischen Merkmalsdaten
 - die jeweils allen Elementen einer bestimmten Klasse von Verkehrszeichen gemeinsam sind,
 - die zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse ausreichen, unter Berücksichtigung eines oder mehrerer Toleranzwerte,
- f) mittels der Informationsverarbeitungseinheit anhand dieses Vergleichs eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse von Verkehrszeichen durchgeführt wird,
- g') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert werden
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- h') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung reduziert werden, indem sie
 - die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
 - und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch eine vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,
 - wobei die vereinfachten Repräsentationen der verschiedenen möglichen Klassen in der Speichereinheit vorgegeben sind,
- i') in der Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes gespeichert wird,
- j') auf einer Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes angezeigt wird.

Eine derartige vergleichende Klassifikation stellt die einfachste Ausführungsform eines geeigneten Verfahrensschrittes zur Klassifikation der Verkehrszeichen innerhalb des Gesamtverfahrens zur Verkehrszeichenerkennung dar.

Ein vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal des genannten Verfahrens besteht darin, daß

- der Verfahrensabschnitt, in dem die Informationsverarbeitungseinheit ermittelt, ob ein Bild ein oder mehrere Objekte enthält, welche mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind, derart gestaltet ist, daß
 - in einem ersten Verfahrensschritt Bildbereiche ermittelt werden, vorzugsweise anhand von Farbwerten und/oder räumlichen Positionen, welche mit überdurchschnittlicher Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen enthalten,
 - in einem zweiten Verfahrensschritt in diesen Bildbereichen mittels geometrischer Analyse, vorzugsweise mittels Korrelationsverfahren, Objekte ermittelt werden,

welche eine vorgegebene, vorzugsweise runde oder dreieckige, Form besitzen.

Ein Vorteil einer derartigen Ausgestaltung besteht darin, daß so die Bildanalyse auf die wesentlichen und informationshaltigen Bildbereiche beschränkt wird und somit die Analyse beschleunigt wird. Sind die Bilder farbig, so kann der erste Verfahrensschritt auf die Suche nach einer oder wenigen Schlüsselfarben, beispielsweise Rot bei Gefahrenzeichen, beschränkt werden. Aber selbst wenn keine Farbinformation verfügbar ist, kann die Suche auf bestimmte Bildbereiche (räumliche Positionen) eingeschränkt werden. Beispielsweise können durch einfache und schnelle Segmentations-Technik nahezu uniforme Bildbereiche (Himmel, Straße) identifiziert und von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden.

Den gleichen Vorteil der Beschleunigung der Analyse bietet der zweite Verfahrensschritt dieser Ausgestaltung. Auch hier wird der Suchbereich stark eingeschränkt, diesmal auf die Suche nach wenigen, ganz bestimmten, vorgegebenen Formen von Objekten, im Extremfall eingeschränkt auf die Klasse der Verbotsschilder und damit allein auf die Suche von runden Objekten.

Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal des genannten Verfahrens besteht darin, daß

- aus einer Abfolge von Bildern, die während der Vorbeibewegung des Fahrzeugs an einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt aufgenommen werden, jeweils das beste Bild ausgewählt wird, wobei die Auswahl anhand definierter Qualitätskriterien durchgeführt wird, vorzugsweise anhand von
 - Größe und/oder
 - Kontrast und/oder
 - Helligkeit des als Verkehrszeichen erkannten Objektes,
 - und nur die aus diesem bestem Bild generierte vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes
 - in der Speichereinheit gespeichert wird
 - und auf der Anzeigeeinheit angezeigt wird.

Ein Vorteil einer derartigen Ausgestaltung besteht darin, daß so einerseits Speicherplatz gespart wird und andererseits dem Fahrzeugführer anstatt dem schnellen Anzeigewechsel des gleichen Verkehrszeichens in unterschiedlicher Qualität ein gleichbleibend gutes Bild des Verkehrszeichens angezeigt wird. Dadurch wird seine Aufmerksamkeit nicht durch den Anzeigewechsel abgelenkt, sondern steht ungeteilt dem Verkehr und dem tatsächlichen Aussagegehalt des Verkehrszeichens zur Verfügung.

Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal des genannten Verfahrens besteht darin, daß die Bildbereiche, die zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten, eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes, bevor sie auf der Anzeigeeinheit angezeigt werden, für einen Fahrzeugführer aufbereitet werden, hinsichtlich einer besseren Erkennbarkeit, derart, daß sie

- größennormiert werden und/oder
- kontrastnormiert werden und/oder
- hellkeitsnormiert werden und/oder
- Farbtönnormiert werden.

Ein Vorteil einer derartigen Ausgestaltung besteht darin,

daß so dem Fahrzeugführer die Erkennung eines speziellen Verkehrszeichens erleichtert wird.

Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal des genannten Verfahrens besteht darin, daß

- zusätzlich die Position eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes mittels einer Positionsbestimmungseinheit bestimmt wird, und
- in der Speichereinheit zusätzlich zu der vereinfachten Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes jeweils auch dessen Position gespeichert wird.

Mit diesem Ausgestaltungsmerkmal eignet sich das Verfahren besonders für die Inspektion von Verkehrswegenetzen. Mittels dieser Ausgestaltung des Verfahrens können in einem kompletten Verkehrswegenetz beispielsweise das Vorhandensein, die Größe, der Zustand, die Sichtbarkeit vom Fahrweg, die Reflexionseigenschaften, die Verschmutzung und andere für die Signalwirkung eines Verkehrszeichens wichtigen Eigenschaften ermittelt und überprüft werden.

Im Folgenden werden anhand einer beispielhaften Ausführung die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

Gegeben sei der mittels eines Bildsensors erfaßbare Teil U' der Umgebung U eines Fahrzeuges am Ort x zum Zeitpunkt t . Dieser Teil U' der Umgebung U enthalte Objekte o , aus der Menge O aller Objekte, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind.

Gegeben sei die Menge V aller Verkehrszeichen. V enthalte n Untermengen K_j , $j = 1, \dots, n$, die jeweils eine Klasse von Verkehrszeichen bilden. Die Menge K_j der j -ten Klasse von Verkehrszeichen enthält m_j Elemente v_{ij} (Verkehrszeichen).

$V = \{v_{ij}; j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m_j\}$, $K_j = \{v_{ij}; i = 1, \dots, m_j\}$

$v_{ij} \in K_j \subset V \subset O$

Die (hinsichtlich der Verkehrszeichenerkennung) optimale Wiedergabe eines Verkehrszeichens v_{ij} in Form einer optimalen Abbildung b_o aus der Menge B aller Bilder werde dargestellt durch die Funktion b_o

$b_o: U \rightarrow B$, $b_o = b_o(v_{ij})$

Eine reale Abbildung b des Verkehrszeichens v_{ij} ist jedoch aufgrund von Umwelteinflüssen meist einem (orts- und zeitabhängigen) Rauschen unterworfen.

$b = r(b_o)$

Jede (optimale oder reale) Abbildung b eines Verkehrszeichens v_{ij} kann aufgeteilt werden in einen oder mehrere Bildbereiche b_K , die klassenspezifische Merkmalsdaten m_K enthalten, und in einen oder mehrere Bildbereiche b_v , die zeichenspezifische Merkmalsdaten m_v enthalten. (Die korrekte Aufteilung wird einmalig für eine optimale Abbildung b_o ermittelt und danach für reale Abbildungen übernommen, da sie durch das Rauschen r nicht beeinflusst wird.)

$b_o = b_{oK} \oplus b_{ov}$, $b = b_K \oplus b_v$

Die Funktion a_{Kv} beschreibe die Aufteilung der Abbildung b eines Verkehrszeichens v_{ij} in die Bildbereiche b_K und b_v . Die Funktion m_K beschreibe die Extraktion der klassenspezifischen Merkmalsdaten m_K aus den Bildbereichen

b_K .

$$\begin{aligned} m_K &:= m_K(a_{Kv}(b(v_{ij}))) \Leftrightarrow m_K = m_K(a_{Kv}(r(b_o(v_{ij})))) \\ &= m_K(b_K(v_{ij}) + b_v(v_{ij})) = m_K(r(a_{Kv}(b_o(v_{ij})))) \\ &= m_K(b_K(v_{ij})) = m_K(r(b_{oK}(v_{ij}))) \end{aligned}$$

Unter optimalen Aufnahmebedingungen tritt kein Rauschen auf, d. h.

$$r(b_o) = id(b_o) \Rightarrow b = r(b_o) = id(b_o) = b_o$$

Wird die Extraktion der klassenspezifischen Merkmalsdaten m_K aus den Bildbereichen b_{oK} einer optimalen Abbildung b_o durchgeführt, so liefert sie den optimalen Satz m_{oKj} der klassenspezifischen Merkmalsdaten des Verkehrszeichens v_{ij} .

$$m_{oKj} := m_K(b_{oK}(v_{ij}))$$

(Der optimale Satz m_{oKj} der klassenspezifischen Merkmalsdaten eines Verkehrszeichens v_{ij} ist für alle $v_{ij} \in K_j$ identisch. Es gilt $m_K(b_{oK}(v_{ij})) = m_{oKj} \forall v_{ij} \in K_j$).

Für jede der n Klassen K_j von Verkehrszeichen v_{ij} wird der optimale Satz der klassenspezifischen Merkmalsdaten m_{oKj} in der Speichereinheit 3 gespeichert. (Außerdem gespeichert wird für jede der n Klassen K_j eine vereinfachte Repräsentation b'_{oKj} der klassenspezifischen Merkmalsdaten m_{oKj} . Die vereinfachte Repräsentation b'_{oKj} entspricht den Bildbereichen b_{oKj} der optimalen Abbildung b_o eines Verkehrszeichens $v_{ij} \in K_j$, welche die klassenspezifische Merkmalsdaten m_{oKj} enthalten, beide sind jedoch im allgemeinen nicht identisch.)

Ein von dem Bildsensor 1 aufgenommenes Abbild $b(v_{ij})$ eines Verkehrszeichens v_{ij} kann einer Klasse K_j von Verkehrszeichen eindeutig zugeordnet werden, wenn die Differenz zwischen den aus $b(v_{ij})$ ermittelten, realen, klassenspezifischen Merkmalsdaten m_K und den in der Speichereinheit 3 gespeicherten, optimalen, klassenspezifischen Merkmalsdaten m_{oKj} kleiner als ein klassenspezifischer, vorgegebener Toleranzwert δ_j ist.

$$\exists m_{oKj}: |m_K - m_{oKj}| < \delta_j \Rightarrow v_{ij} \in K_j$$

Wurde das von dem Bildsensor 1 aufgenommene Abbild $b(v_{ij})$ des Verkehrszeichens v_{ij} der Klasse K_j von Verkehrszeichen eindeutig zugeordnet, so wird eine vereinfachte Darstellung $b'(v_{ij})$ erzeugt, in der Speichereinheit 3 gespeichert und auf der Anzeigeeinheit 4 angezeigt. Für die vereinfachte Darstellung $b'(v_{ij})$ werden aus dem Abbild $b(v_{ij})$ die Bildbereiche $b_K(v_{ij})$ entfernt und durch die vereinfachte Repräsentation b'_{oKj} ersetzt.

$$b'(v_{ij}) := b(v_{ij}) \ominus b_K(v_{ij}) \oplus b'_{oKj}.$$

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren erweisen sich in der Ausführungsform des vorstehend beschriebenen Beispiels als einfache, damit kostengünstige und somit besonders geeignete Erinnerungshilfe für Fahrzeugführer bei der Verkehrszeichenerkennung, insbesondere im Straßenverkehr. Besonders hohe Zuverlässigkeit wird erreicht bei einer Beschränkung auf wenige Klassen von Verkehrszeichen, beispielsweise der Beschränkung auf die Verbotsschilder und die Warnzeichen.

Die Erfindung ist nicht nur auf das zuvor geschilderte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern vielmehr auf weitere übertragbar.

Sinnvoll ist beispielsweise die Farbumkehr bei selbstleuchtenden Verkehrszeichen wie sie insbesondere auf Au-

tobahnen immer häufiger eingesetzt werden. Dabei wäre z. B. der schwarze Hintergrund durch einen weißen Hintergrund zu ersetzen.

Außerdem ist es vorstellbar, bei der Überprüfung, ob ein als Verkehrszeichen vermutetes Objekt mit hinreichender Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Klasse von Verkehrszeichen zugeordnet werden kann, anstatt mehrere klassenspezifischer Toleranzwerte δ_j nur einen einzigen einheitlichen Toleranzwert δ zu verwenden.

Genauso ist aber auch denkbar anstatt eines Vergleichs von Merkmalswerten unter Berücksichtigung von einem oder mehreren klassenspezifischen Toleranzwerten δ_j eine Klassifikation mittels neuronaler Netze und einer Toleranzfunktion δ zu verwenden, die direkt anhand des realen Abbildes des Verkehrszeichens eine Klassenzuordnung durchführt.

Ferner umfaßt die Erfindung auch eine feinere Unterteilung in Klassen und Unterklassen wie beispielsweise die Klasse der Verbotsschilder und deren Unterklasse der Geschwindigkeitsbeschränkungen.

Des weiteren ist in Verbindung mit einem Navigationssystem eine erweiterte Entscheidungslogik für die Anzeigedauer eines erkannten Verkehrszeichens auf der Anzeigeeinheit vorstellbar. So ist beispielsweise in der Bundesrepublik Deutschland eine Auffahrt – z. B. eine Autobahnauffahrt – gleichbedeutend mit einer impliziten Aufhebung von Ge- oder Verboten, beispielsweise Geschwindigkeitsbegrenzungen [3]. Eine derartige Autobahnauffahrt läßt sich aber mittels Navigationssystem und digitaler Straßenkarte einfacher ermitteln als mittels eines Bilderkennungsverfahrens. Insofern wäre es bei Anwendung eines Navigationssystems vorteilhaft, in die Entscheidungslogik bezüglich der Anzeigedauer eines erkannten Verkehrszeichens zusätzlich eine Verbindung zum Navigationssystem aufzunehmen und abzufragen, ob derartige implizite Ge- oder Verbotssänderungen – beispielsweise durch eine Autobahnauffahrt – am jeweils aktuellen Aufenthaltsort des Fahrzeuges vorliegen. Gegebenenfalls wäre dann die Anzeigedauer des gerade angezeigten Verkehrszeichens zu beenden.

Literatur

- [1] DE 36 19 824 C2
- [2] Janssen et al., "Hybrid Approach for Traffic Sign Recognition", Proc. Intelligent Vehicle Symposium, Tokio, Japan, pp. 390–395, 1993
- [3] "Hinweise für das Anbringen von Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen", Verkehrstechnischer Kommentar, 10. Auflage, 1995, Kirschbaum Verlag Abschnitt 4.2 "Wiederholung der Vorschriftzeichen, Zusatzschilder"

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verkehrszeichenerkennung mit
 - a) einem digitalen Bildsensor zur Aufnahme von Bildern, die potentiell Verkehrszeichen enthalten,
 - b) einer Informationsverarbeitungseinheit zur Analyse der von dem Bildsensor gelieferten Bilder in Echtzeit,
 - c) einer Speichereinheit,
 - d) einer Anzeigeeinheit,
 bei der
 - e) die Informationsverarbeitungseinheit ermittelt, ob ein Bild ein oder mehrere Objekte enthält, welche mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 - f) die Speichereinheit einen vorgegebenen Klas-

sifikator enthält,

- der schwankungstolerant generiert wird
- aus einer repräsentativen Stichprobe von klassenspezifischen Merkmalsdaten,
- die jeweils allen Elementen einer bestimmten Klasse von Verkehrszeichen gemeinsam sind,
- die zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse ausreichen,

die Speichereinheit vereinfachte Repräsentationen dieser klassenspezifischen Merkmalsdaten enthält,

h) die Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert,

i) die Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten mittels des Klassifikators klassifiziert,

j) die Informationsverarbeitungseinheit anhand dieser Klassifikation eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse von Verkehrszeichen durchführt,

k) die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert

- in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
- in einen oder mehrere Bildbereiche, die Zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,

l) die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung reduziert, indem sie

- die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch die vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,

m) die Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes speichert,

n) die Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes anzeigt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

f') die Speichereinheit einen Klassifikator enthält, der vorgegebene, klassenspezifische Merkmalsdaten mit zu extrahierenden realen Merkmalsdaten vergleicht, unter Berücksichtigung eines oder mehrerer Toleranzwerte,

g') die Speichereinheit vereinfachte Repräsentationen dieser klassenspezifischen Merkmalsdaten enthält,

h') die Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert,

i') die Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten mit den in der Speichereinheit vorgegebenen, klassenspezifischen Merkmalsdaten vergleicht,

j') die Informationsverarbeitungseinheit anhand dieses Vergleichs eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse

von Verkehrszeichen durchführt,

k') die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert

- in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und

- in einen oder mehrere Bildbereiche, die Zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,

l') die Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung reduziert, indem sie

- die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch die vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,

m') die Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes speichert,

n') die Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes anzeigt.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

f'') die Speichereinheit für jede Klasse (K_j) von Verkehrszeichen (v_{ij}) einen Satz (m_{oKj}) optimaler, klassenspezifischer Merkmalsdaten enthält,

- der jeweils für alle Elemente (v_{ij}) einer bestimmten Klasse (K_j) von Verkehrszeichen gleich ist,
- der zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse (K_j) ausreicht,
- dem ein vorzugsweise klassenspezifischer Toleranzwert (δ_j) zugeordnet ist,

g'') die Speichereinheit für jede Klasse (K_j) von Verkehrszeichen (v_{ij}) vereinfachte Repräsentationen (b'_{oKj}) der optimalen, klassenspezifischen Merkmalsdaten (m_{oKj}) enthält,

h'') die Informationsverarbeitungseinheit aus der Abbildung (b) von einem als Verkehrszeichen (v_{ij}) erkannten Objekt (o) einen Satz realer Merkmalsdaten (m_K) extrahiert,

i'') die Informationsverarbeitungseinheit den extrahierten Satz realer Merkmalsdaten (m_K) nacheinander vergleicht mit jeweils einem Satz von allen in der Speichereinheit gespeicherten Sätzen optimaler, klassenspezifischer Merkmalsdaten (m_{oKj}),

j'') die Informationsverarbeitungseinheit anhand dieses Vergleichs, unter Berücksichtigung des gespeicherten Toleranzwertes (δ_j), eine Zuordnung des als Verkehrszeichen (v_{ij}) erkannten Objektes (o) zu einer Klasse (K_j) durchführt,

k'') die Informationsverarbeitungseinheit die Abbildung (b) von dem als Verkehrszeichen (v_{ij}) erkannten Objekt (o) in einer für die zugeordnete Klasse (K_j) spezifischen Art aufteilt

- in einen oder mehrere Bildbereiche (b_K), die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
- in einen oder mehrere Bildbereiche (b_v), die Zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,

- l") die Informationsverarbeitungseinheit die Abbildung (b) von dem als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objekt (o) auf eine vereinfachte Darstellung (b') reduziert, indem sie
- die Bildbereiche (b_K) löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, 5
 - und die gelöschten Bildbereiche (b_K) ersetzt durch die vereinfachte Repräsentation (b'_{oKj}) der optimalen, klassenspezifischen Merkmalsdaten (m_{oKj}) der dem Verkehrszeichen (vij) zugeordneten Klasse (K_j), 10
- m") die Speichereinheit die vereinfachte Darstellung (b') des als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objektes (o) speichert,
- n") die Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung (b') des als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objektes (o) anzeigt. 15
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Speichereinheit ein Programm gespeichert ist zur Anwendung einer Entscheidungslogik mittels derer die Informationsverarbeitungseinheit die Anzeigeeinheit derart steuert, daß sie 20
- die vereinfachte Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes solange anzeigt, 25
 - bis ein neues Objekt als Verkehrszeichen erkannt wird,
 - vorzugsweise als Verkehrszeichen der gleichen oder einer korrespondierenden Klasse erkannt wird, 30
 - und dessen vereinfachte Darstellung die vorherige ersetzt.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigeeinheit zusätzlich eine Einstelleinheit enthält, mittels welcher die maximale Anzeigedauer der vereinfachten Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes eingestellt wird. 35
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Speichereinheit ein Programm gespeichert ist, zur Ermittlung der zurückgelegten Wegstrecke zwischen der aktuellen Fahrzeugposition und der Position des zuletzt erkannten Verkehrszeichens einer bestimmten Verkehrszeichenklasse, mittels dem die Informationsverarbeitungseinheit die zurückgelegten Wegstrecke ermittelt, 45
- aus den Daten des Tachometers des Fahrzeuges, 50
 - welche vorzugsweise über einen Fahrzeugdatenbus von dem Tachometer zu der Informationsverarbeitungseinheit übermittelt werden,
 - und den Daten eines Zeitgebers, 55
 - vorzugsweise eines internen Zeitgebers der Informationsverarbeitungseinheit,
 - sowie in der Speichereinheit ein Programm gespeichert ist zur Anwendung einer Entscheidungslogik mittels derer die Informationsverarbeitungseinheit die Anzeigeeinheit derart steuert, daß sie
 - die vereinfachte Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes solange anzeigt, 60
 - bis eine in der Speichereinheit vorgegebene Wegstrecke zurückgelegt ist, welche vorzugsweise klassenspezifisch ist,
 - oder bis ein neues Objekt als Verkehrszeichen erkannt wird, 65
 - vorzugsweise als Verkehrszeichen der gleichen oder einer korrespondierenden Klasse erkannt wird,

- und dessen vereinfachte Darstellung die vorherige ersetzt.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigeeinheit zusätzlich einen akustischen Signalgeber enthält, welcher, sobald ein Objekt als Verkehrszeichen erkannt wurde, ein vorzugsweise klassenspezifisches, akustisches Signal ausgibt.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der digitale Bildsensor eine oder mehrere, vorzugsweise monochrome, Digitalkameras enthält, die derart angeordnet sind, daß ihr gemeinsames Blickfeld ausreicht, um alle für den Fahrweg eines Fahrzeuges relevanten Verkehrszeichen unabhängig von der horizontalen und/oder vertikalen Krümmung des Fahrweges zu erfassen.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
- sie zusätzlich eine Positionsbestimmungseinheit enthält, und
 - die Speichereinheit zusätzlich zu der vereinfachten Darstellung eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes jeweils auch dessen Position speichert.
10. Verfahren zur Verkehrszeichenerkennung bei dem
- a) mittels eines digitalen Bildsensors Bilder aufgenommen werden, die potentiell Verkehrszeichen enthalten,
 - b) mittels einer Informationsverarbeitungseinheit die von dem Bildsensor gelieferten Bilder in Echtzeit derart analysiert werden, daß
 - c) die Informationsverarbeitungseinheit ermittelt, ob ein Bild ein oder mehrere Objekte enthält, welche mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind, dadurch gekennzeichnet, daß
 - d) mittels der Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert werden,
 - e) mittels der Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten klassifiziert werden durch einen in einer Speichereinheit vorgegebenen Klassifikator
 - der schwankungstolerant generiert wird
 - aus einer repräsentativen Stichprobe von klassenspezifischen Merkmalsdaten,
 - die jeweils allen Elementen einer bestimmten Klasse von Verkehrszeichen gemeinsam sind,
 - die zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse ausreichen,
 - f) mittels der Informationsverarbeitungseinheit anhand dieser Klassifikation eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse von Verkehrszeichen durchgeführt wird,
 - g) mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert werden
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
 - in einen oder mehrere Bildbereiche, die zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
 - h) mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung

reduziert werden, indem sie

- die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch eine vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,
- wobei die vereinfachten Repräsentationen der verschiedenen möglichen Klassen in der Speichereinheit vorgegeben sind,

i) in der Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes gespeichert wird,

j) auf einer Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes angezeigt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß

d') mittels der Informationsverarbeitungseinheit aus den Bilddaten von einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt reale Merkmalsdaten extrahiert werden,

e') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die extrahierten realen Merkmalsdaten klassifiziert werden, indem sie die extrahierten realen Merkmalsdaten vergleicht mit in einer Speichereinheit vorgegebenen, klassenspezifischen Merkmalsdaten

- die jeweils allen Elementen einer bestimmten Klasse von Verkehrszeichen gemeinsam sind,
- die zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse ausreichen, unter Berücksichtigung eines oder mehrerer Toleranzwerte,

f') mittels der Informationsverarbeitungseinheit anhand dieses Vergleichs eine Zuordnung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes zu einer Klasse von Verkehrszeichen durchgeführt wird,

g') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt in einer für die zugeordnete Klasse spezifischen Aufteilung separiert werden

- in einen oder mehrere Bildbereiche, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und
- in einen oder mehrere Bildbereiche, die Zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,

h') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Bilddaten von dem als Verkehrszeichen erkannten Objekt auf eine vereinfachte Darstellung reduziert werden, indem sie

- die Bildbereiche löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- und die gelöschten Bildbereiche ersetzt durch eine vereinfachte Repräsentation der klassenspezifischen Merkmalsdaten der dem Verkehrszeichen zugeordneten Klasse,
- wobei die vereinfachten Repräsentationen der verschiedenen möglichen Klassen in der Speichereinheit vorgegeben sind,

i') in der Speichereinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes gespeichert wird,

j') auf einer Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes angezeigt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß

d'') mittels der Informationsverarbeitungseinheit aus der Abbildung (b) von einem als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objekt (o) einen Satz realer, klassenspezifischer Merkmalsdaten (m_K) extrahiert wird,

e'') mittels der Informationsverarbeitungseinheit der extrahierte Satz realer, klassenspezifischer Merkmalsdaten (m_K) nacheinander verglichen wird mit jeweils einem Satz von allen in einer Speichereinheit gespeicherten Sätzen optimaler, klassenspezifischer Merkmalsdaten (m_{oKj}),

- der jeweils für alle Elemente (vij) einer bestimmten Klasse (K_j) von Verkehrszeichen gleich ist,
- der zur eindeutigen Identifizierung dieser Klasse (K_j) ausreicht,
- dem ein vorzugsweise klassenspezifischer Toleranzwert (δ_j) zugeordnet ist,

f'') mittels der Informationsverarbeitungseinheit anhand dieses Vergleichs, unter Berücksichtigung des gespeicherten Toleranzwertes (δ_j), eine Zuordnung des als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objektes (o) zu einer Klasse (K_j) durchgeführt wird,

g'') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Abbildung (b) von dem als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objekt (o) in einer für die zugeordnete Klasse (K_j) spezifischen Art aufgeteilt wird

- in einen oder mehrere Bildbereiche (b_K), die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten, und

- in einen oder mehrere Bildbereiche (b_v), die Zeichenspezifische Merkmalsdaten enthalten,

h'') mittels der Informationsverarbeitungseinheit die Abbildung (b) von dem als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objekt (o) auf eine vereinfachte Darstellung (b') reduziert wird, indem sie

- die Bildbereiche (b_K) löscht, die klassenspezifische Merkmalsdaten enthalten,
- und die gelöschten Bildbereiche (b_K) ersetzt durch eine vereinfachte Repräsentation (b'_{oKj}) der optimalen, klassenspezifischen Merkmalsdaten (m_{oKj}) der dem Verkehrszeichen (vij) zugeordneten Klasse (K_j),
- wobei die vereinfachten Repräsentationen (b'_{oKj}) der verschiedenen möglichen Klassen (K_j) in der Speichereinheit vorgegeben sind,

i'') in der Speichereinheit die vereinfachte Darstellung (b') des als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objektes (o) gespeichert wird,

j'') auf einer Anzeigeeinheit die vereinfachte Darstellung (b') des als Verkehrszeichen (vij) erkannten Objektes (o) angezeigt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß

- der Verfahrensabschnitt, in dem die Informationsverarbeitungseinheit ermittelt, ob ein Bild ein oder mehrere Objekte enthält, welche mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen sind, derart gestaltet ist, daß
- in einem ersten Verfahrensschritt Bildbereiche ermittelt werden, vorzugsweise anhand von Farbwerten und/oder räumlichen Positionen,

- welche mit überdurchschnittlicher Wahrscheinlichkeit Verkehrszeichen enthalten,
 – in einem zweiten Verfahrensschritt in diesen Bildbereichen mittels geometrischer Analyse, vorzugsweise mittels Korrelationsverfahren, Objekte ermittelt werden, 5
 welche eine vorgegebene, vorzugsweise runde oder dreieckige, Form besitzen.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß 10
 – aus einer Abfolge von Bildern, die während der Vorbeibewegung des Fahrzeugs an einem als Verkehrszeichen erkannten Objekt aufgenommen werden, jeweils das beste Bild ausgewählt wird, 15
 wobei die Auswahl anhand definierter Qualitätskriterien durchgeführt wird, vorzugsweise anhand von
 – Größe und/oder
 – Kontrast und/oder 20
 – Helligkeit des als Verkehrszeichen erkannten Objektes,
 – und nur die aus diesem bestem Bild generierte vereinfachte Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes 25
 – in der Speichereinheit gespeichert wird
 – und auf der Anzeigeeinheit angezeigt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildbereiche, die zeichenspezifische Merkmalsdaten 30 enthalten, eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes, bevor sie auf der Anzeigeeinheit angezeigt werden, für einen Fahrzeugführer aufbereitet werden, hinsichtlich einer besseren Erkennbarkeit, derart, daß sie
 – größennormiert werden und/oder 35
 – kontrastnormiert werden und/oder
 – helligkeitsnormiert werden und/oder
 – Farbtönnormiert werden.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß 40
 – zusätzlich die Position eines als Verkehrszeichen erkannten Objektes mittels einer Positionsbestimmungseinheit bestimmt wird, und
 – in der Speichereinheit zusätzlich zu der vereinfachten Darstellung des als Verkehrszeichen erkannten Objektes jeweils auch dessen Position gespeichert wird. 45
17. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als Erinnerungshilfe für den Führer eines Fahrzeuges, vorzugsweise für den Einsatz im Straßenverkehr. 50
18. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 10 bis 15 für den Betrieb einer Erinnerungshilfe für den Führer eines Fahrzeuges, vorzugsweise für den Einsatz im Straßenverkehr. 55
19. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 9 zur Inspektion von Verkehrswegen, vorzugsweise für den Einsatz im Straßenverkehr.
20. Verwendung eines Verfahrens nach Anspruch 16 zur Inspektion von Verkehrswegen, vorzugsweise für den Einsatz im Straßenverkehr. 60

- Leerseite -